



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104704355 A

(43) 申请公布日 2015.06.10

(21) 申请号 201380042148.5

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(22) 申请日 2013.08.02

代理人 曾贤伟 郝庆芬

(30) 优先权数据

13/569,804 2012.08.08 US

(51) Int. Cl.

G01N 27/22(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/053337 2013.08.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/025629 EN 2014.02.13

(71) 申请人 CTB 有限公司

地址 美国印第安纳州

(72) 发明人 布伦特·J·布卢门达尔

雷蒙德·乔治·本森

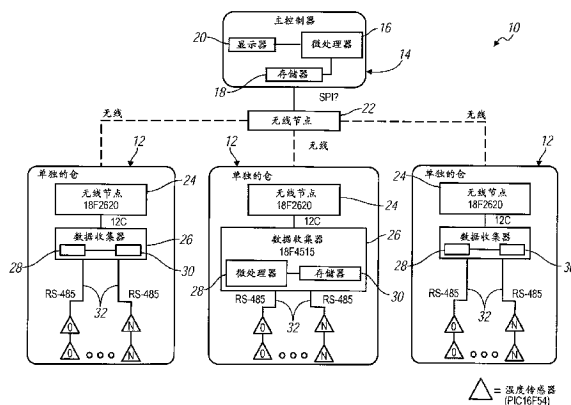
权利要求书3页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

粮仓电容式湿度传感器系统和方法

(57) 摘要

与粮仓相关的数据收集器与多个悬挂在粮仓内的电容式湿度线缆进行通信。每个电容式湿度线缆包括沿着所述湿度线缆设置的多个传感器节点。每个传感器节点包括传感器节点微处理器和传感器节点存储器，并耦接到温度传感器、参考电容式传感器和电容式湿度传感器。主控制器与数据收集器进行通信。在数据结构下配置所述主控制器存储器，所述数据结构包括每个传感器节点的粮食类型数据、温度数据、原始参考电容数据、原始湿度电容数据、节点标识数据、物理节点位置数据和计算出的湿度含量。还包括了确定涉及这样的系统的粮仓内粮食的湿度含量的方法。



1. 一种粮仓湿度传感器系统,包括:

数据收集器,与粮仓相关联,并且包括数据收集器微处理器和数据收集器存储器,所述数据收集器与在所述粮仓内悬挂的至少一个电容式湿度线缆通信;

每个电容式湿度线缆包括沿着所述湿度线缆以预定间隔分隔开的多个传感器节点,并且每个传感器节点以接线并联到所述数据收集器;

每个传感器节点包括传感器节点微处理器和传感器节点存储器,并且所述传感器节点微处理器耦接到温度传感器、参考电容式传感器和电容式湿度传感器,

主控制器,包括主控制器微处理器和主控制器存储器,所述主控制器与所述数据收集器通信,其中在数据结构下配置所述主控制器存储器,所述数据结构包括每个传感器节点的粮食类型数据、温度数据、原始参考电容数据、原始湿度电容数据、节点标识数据、物理节点位置数据和计算出的湿度含量。

2. 根据权利要求1所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述主控制器微处理器被编程为基于所述原始参考电容数据和原始湿度电容数据的比率来确定所计算出的湿度含量。

3. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述主控制器微处理器还被编程为基于所述温度数据确定所计算出的湿度含量。

4. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述数据结构还包括针对每个传感器节点确定的计算出的粮食深度,并且其中所述主控制器微处理器还被编程为基于所计算出的粮食深度确定所计算出的湿度含量。

5. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述主控制器还包括显示屏,所述显示屏选择性地提供位于所述粮仓内的所选择的传感器节点的计算出的湿度含量的图形化表示。

6. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述至少一个湿度线缆是多个湿度线缆,并且其中所述显示屏被选择性地提供有在所述粮仓内水平布置的多个湿度线缆的图形化表示,并且位置参考指示符显现在所述显示屏上,以允许用户选择所述多个湿度线缆中的一个。

7. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述数据结构还包括每个传感器节点的计算出的粮食深度。

8. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中,所述主控制器微处理器被编程为存储任何识别的传感器节点的非附近粮食值,所述任何识别的传感器节点具有的原始参考电容数据与原始湿度电容数据的比率小于预定的量。

9. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述主控制器微处理器被编程为基于针对所述传感器节点记录的非附近粮食值来计算所述粮仓的在每个湿度线缆处的粮食高度。

10. 根据上述权利要求中的任一项所述的粮仓湿度传感器系统,其中所述数据收集器为多个数据收集器,并且每个数据收集器与不同的粮仓相关联,并且其中每个数据收集器与所述主控制器进行无线通信。

11. 一种确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,包括:

在所述粮仓内提供多个传感器节点;

为每个传感器节点提供有传感器节点存储器和传感器节点微处理器,所述传感器节点

微处理器耦接到温度传感器、参考电容式传感器和湿度电容式传感器；

每个传感器节点微处理器将温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据存储在所述传感器节点存储器中；

提供数据收集器，所述数据收集器包括数据收集器微处理器和数据收集器存储器；

在所述数据收集器和每个传感器节点之间提供传感器节点通信链路；

所述数据收集器微处理器从每个传感器节点接收从所述传感器节点中的一个接收的温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据的拷贝，并将所述拷贝存储在所述数据收集器存储器中；

提供主控制器，所述主控制器包括主控制器微处理器和主控制器存储器；

在所述主控制器和数据收集器之间提供通信链路；

所述主控制器微处理器从所述数据收集器接收每个传感器节点的温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据的拷贝，并将所述拷贝存储在所述主控制器存储器中；

所述主控制器处理器基于在所述主控制器存储器中存储的每个传感器节点的原始参考电容数据和原始湿度电容数据，确定计算出的湿度含量；以及

所述主控制器处理器将针对每个传感器节点的所计算出的湿度含量存储在所述主控制器存储器中。

12. 根据权利要求 11 所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括将每个传感器节点的传感器节点标识数据存储在所述主控制器存储器中。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括将每个传感器节点的物理传感器节点位置数据存储在所述主控制器存储器中。

14. 根据权利要求 11-13 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括将所述粮仓的粮食类型数据存储在所述主控制器存储器中。

15. 根据权利要求 11-14 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括所述主控制器微处理器还基于所述传感器节点的温度数据确定所计算出的湿度含量。

16. 根据权利要求 11-15 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括在所述主控制器存储器中存储每个传感器节点的粮食深度，并且还基于所述粮食深度确定所计算出的湿度含量。

17. 根据权利要求 11-16 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括为所述主控制器提供显示屏，并且显示位于所述粮仓内的选择的传感器节点的所计算出的湿度含量的图形化表示。

18. 根据权利要求 11-17 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括提供多个湿度线缆上的多个传感器节点，并且还包括在所述显示屏上显示在所述粮仓内水平布置的多个湿度线缆的图形化表示，以及位置参考指示符，以允许用户选择所述多个湿度线缆中的一个。

19. 根据权利要求 11-18 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，还包括在位于所述粮仓内的选择的传感器节点的所计算出的湿度含量的图形化表示中指示粮食表面，所述粮食表面指示粮仓填充高度。

20. 根据权利要求 11-19 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法，其中提供数据收集器包括提供了多个数据收集器，其中每个数据收集器与不同的粮仓相关联，

并且其中在所述主控制器和数据收集器之间提供通信链路包括在所述主控制器和每个数据收集器之间提供通信链路。

21. 一种确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,包括:

在位于所述粮仓内的多个湿度线缆上提供多个电容式湿度传感器节点;

向所述多个湿度线缆中选择一个供电,而不激活所选择的湿度线缆上的多个电容式湿度传感器节点;

激活所选择的湿度线缆上的多个电容式湿度传感器节点中所选的一个;

从所选择的湿度线缆上的激活的传感器节点中获得电容湿度数据和温度数据;

将所述多个电容式湿度传感器节点中的选的一个返回到不活动的状态;以及

激活所选择的湿度线缆上的多个电容式湿度传感器节点中的下一个,直到所选择的线缆上的每个传感器节点均已经被分别激活为止;

终止对所述多个湿度线缆中的选的一个的供电;

向所述多个湿度线缆中接下来被选的一个供电,直到所述多个湿度线缆中的每个均已经被分别供电为止。

22. 根据权利要求 21 所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,其中从所选择的湿度线缆上的每个激活的传感器节点获取电容湿度数据和温度数据包括获取参考电容数据和电容湿度数据。

23. 根据权利要求 21 或 22 所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,还包括提供主控制器,所述主控制器包括主控制器微处理器和主控制器存储器,并与所述多个湿度线缆中的每个进行通信。

24. 根据权利要求 21-23 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,还包括主控制器微处理器接收每个传感器节点的温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据,并将所述每个传感器节点的温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据存储在所述主控制器存储器中;

所述主控制器处理器基于在所述主控制器存储器中存储的每个传感器节点的原始参考电容数据和原始湿度电容数据,确定计算出的湿度含量;以及

所述主控制器处理器将针对每个传感器节点的计算出的湿度含量存储在所述主控制器存储器中。

25. 根据权利要求 21-24 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,还包括在所述主控制器存储器中存储每个传感器节点的传感器节点标识数据。

26. 根据权利要求 21-25 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,还包括在所述主控制器存储器中存储每个传感器节点的物理传感器节点位置数据。

27. 根据权利要求 21-26 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,还包括在所述主控制器存储器中存储针对每个传感器节点的粮食深度,并且还基于所述粮食深度确定所计算出的湿度含量。

28. 根据权利要求 21-27 中的任一项所述的确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,还包括向所述主控制器提供显示屏,并且显示位于所述粮仓内的所选择的传感器节点的计算出的湿度含量的图形化表示。

粮仓电容式湿度传感器系统和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及粮仓湿度传感器和相关方法,并且更尤其涉及电容式湿度传感器线缆、系统、和方法。

背景技术

[0002] 这一部分提供与本公开有关的背景技术信息,其不一定是现有技术。

[0003] 电容式湿度传感器已经被用于检测粮食中的湿度含量。但在一些情况下,粮食需要被放在电容电极或板之间的空隙内。由此,这样的传感器通常用于已经被移送到检测装置的少量样品粮食,并且它们难以适用于检测粮仓内的粮食。

[0004] 另一方面,在管状反极性电极的相对端处设置接地电极。这表示电容空隙基本环绕管状传感器延伸。因此,增加待测粮食的相邻容积需要增加传感器的直径。这会造成当用于大的粮仓时,粮食在传感器上施加一个大的向下的力,该力不能由粮仓的屋顶结构所支撑。

[0005] 湿度传感器的必需的尺寸、和相关的通信连接也会被传感器节点处的原始数据的处理过程所影响。在每个传感器节点处的原始数据的处理可能造成增加的存储器空间和微处理器性能,其通常增加了传感器节点的必需尺寸。如以上指出的,对由粮食在粮食传感器节点上施加的向下的力并且最终施加到粮仓的屋顶结构而言,会造成有害的影响。

发明内容

[0006] 这一部分提供对本公开的大致概括,并不是本公开内容的完整范围或其所有特征的全面公开;这里归纳的特征也不是本公开内容的必不可少的方面。

[0007] 在本公开的一方面中,提供一种粮仓湿度传感器系统,包括:数据收集器,与粮仓相关联。数据收集器包括数据收集器微处理器和数据收集器存储器。所述数据收集器与在所述粮仓内悬挂的至少一个电容式湿度线缆通信。每个电容式湿度线缆包括多个沿着所述湿度线缆以预定间隔分隔开的多个传感器节点,并且每个传感器节点以接线并联到所述数据收集器。每个传感器节点包括传感器节点微处理器和传感器节点存储器,并且耦接到湿度传感器、参考电容式传感器和电容式湿度传感器。主控制器包括主控制器微处理器和主控制器存储器。所述主控制器与所述数据收集器通信,其中在数据结构下配置所述主控制器存储器,所述数据结构包括粮食类型数据、温度数据、原始参考电容数据、原始湿度电容数据、节点标识数据、物理节点位置数据、和每个传感器节点的计算出的湿度含量。

[0008] 在本公开的另一方面中,一种确定粮仓内粮食的湿度含量的方法包括:在所述粮仓内提供多个传感器节点。为每个传感器节点提供有传感器节点存储器和传感器节点微处理器,所述每个传感器节点耦接到温度传感器、参考电容式传感器和湿度电容式传感器。每个传感器节点微处理器将温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据存储在所传感器节点存储器中。提供数据收集器,所述数据收集器包括数据收集器微处理器和数据收集器存储器。在所述数据收集器和每个传感器节点之间提供传感器节点通信链路。所述数

据收集器微处理器从每个传感器节点接收温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据的拷贝,并将从每个传感器节点接收的所述拷贝存储在所述数据收集器存储器中。提供主控制器,所述主控制器包括主控制器微处理器和主控制器存储器。还提供在所述主控制器和数据收集器之间的通信链路。所述主控制器微处理器从所述数据收集器接收每个传感器节点的温度数据、原始参考电容数据和原始湿度电容数据的拷贝,并将所述拷贝存储在所述主控制器存储器中。所述主控制器处理器基于在所述主控制器存储器中存储的每个传感器节点的原始参考电容数据和原始湿度电容数据,确定计算出的湿度含量。所述主控制器处理器将每个传感器节点的所计算出的湿度含量存储在所述主控制器存储器中。

[0009] 在本公开的另一方面提供了一种确定粮仓内粮食的湿度含量的方法,包括:在位于所述粮仓内的多个湿度线缆上提供多个电容式湿度传感器节点。向所述多个湿度线缆中选择的一个供电,而不激活所选择的湿度线缆上的多个电容式湿度传感器节点。激活所选择的湿度线缆上的多个电容式湿度传感器节点中所选择的一个。从所选择的湿度线缆上的激活的传感器节点中获得电容湿度数据和温度数据。将所述多个电容式湿度传感器节点中的选择的一个返回到不活动的状态。激活所选择的湿度线缆上的多个电容式湿度传感器节点中的下一个,直到所选择的线缆上的每个传感器节点均已经被分别激活为止。终止对所述多个湿度线缆中的选择的一个的供电。向所述多个湿度线缆中接下来被选择的一个供电,直到所述多个湿度线缆中的每个均已经被分别供电为止。

[0010] 更多适用范围将从本文提供的描述中变得清楚。本发明内容中的描述和特定示例旨在仅用于说明,而不旨在限制本公开内容的范围。

附图说明

[0011] 本文描述的附图仅用于所选择的实施例的说明用途,而不用于说明所有可能的实现方式,并且不意在限制本公开内容的范围。

[0012] 图 1 是根据本公开内容的粮仓电容式湿度传感器系统的概要图;

[0013] 图 2 是示出了图 1 的系统的粮仓内的电容式湿度线缆的分布的透视图;

[0014] 图 3 是图 2 的电容式湿度线缆的电容式湿度线缆传感器节点的透视图;

[0015] 图 4 是图 3 的电容式湿度线缆传感器节点的其一半外壳被移除以示出其纵向部分线的透视图;

[0016] 图 5 是图 3 的电容式湿度线缆传感器节点的外壳被移除的透视图;

[0017] 图 6 是图 3 的电容式湿度线缆传感器节点的外壳和电容板被移除的透视图;

[0018] 图 7 是图 3 的电容式湿度线缆传感器节点的接线线缆的透视图;

[0019] 图 8 是图 3 的电容式湿度线缆传感器节点的电路板的框图;

[0020] 图 9 是图 7 的电路板的电路图;

[0021] 图 10 是图 1 的系统的数据收集器从传感器节点收集数据和将数据传送到主控制器的主循环流程图;

[0022] 图 11 是传感器节点微处理器响应于来自图 1 的系统的数据收集器的轮询请求收集和发送数据的主循环流程图;

[0023] 图 12 是图 1 的系统的主控制器的原始数据存储器数据结构图;

[0024] 图 13 是电容百分比随传感器节点的粮食深度的变化图;

[0025] 图 14 是表示湿度线缆在粮仓内的径向位置和显示选定的湿度线缆的湿度数据的控制器显示器屏幕图像。

[0026] 在附图的多个图中,相应的附图标记数表示相应的部分。

具体实施方式

[0027] 现在将参考附图更充分的描述示例性实施例。在本文描述的示例性实施例中阐述了许多具体的细节,如特定组件、设备和方法的示例,以提供本公开内容的实施例的全面理解。对本领域技术人员将显而易见的是,不需要使用具体细节,示例性实施例可以以多种不同形式体现,并且也都不应被解释为限制本公开内容的范围。在一些示例性实施例中,未详细描述众所周知的过程、众所周知的设备结构以及众所周知的技术。

[0028] 本发明中使用的术语的目的仅用于描述特定示例性实施例,而不旨在作为限制。单数形式“一”、“该”、和“此”,当其在本文中使用时,可以旨在还包括复数形式,除非上下文明确地给出其它指示。术语“包括”、“包含”、“涵盖”和“具有”是包括性的,因此规定所介绍的特征、整体、步骤、操作、元件和 / 或部件的存在,但是不排除存在或增加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、部件和 / 或它们的组合。本文中描述的方法步骤、过程和操作不应被解释为必须要求以所介绍或所图示的特定顺序执行,除非特定地标识为一执行顺序。还应理解,可以采用附加步骤或可替代的步骤。

[0029] 当元件或层被称为“位于另一元件或层上”、“与另一元件或层接合”、“与另一元件或层连接”或者“与另一元件或层耦接”时,其可以直接位于另一元件或层上、直接与另一元件或层接合、连接或者耦接,或者可以存在中间元件或层。相比之下,当元件被称为“直接位于另一元件或层上”、“直接与另一元件或层接合”、“直接与另一元件或层连接”或者“直接与另一元件或层耦接”时,不存在中间元件或层。用来描述元件之间关系的其它词语应当以类似的方式去解释(例如“在.....之间”与“直接在.....之间”、“与.....相邻”与“与.....直接相邻”等)。术语“和 / 或”,当在本文中使用时,包括相关联列出项目中的一个或多个项目的任意组合和全部组合。

[0030] 虽然在本发明中可以使用术语“第一”、“第二”“第三”等来描述各个元件、部件、区域、层和 / 或部分,但是这些元件、部件、区域、层和 / 或部分不应受这些术语限制。这些术语可以仅用来将一个元件、部件、区域、层或部分与另一区域、层或部分区分开。像“第一”、“第二”和其它数字术语这样的术语,当其在本文中使用时,不指顺序或次序,除非上下文清楚地给出指示。因此,下面介绍的第一元件、第一组件、第一区域、第一层或第一部分可以被称为第二元件、第二组件、第二区域、第二层或第二部分,而不背离示例性实施例的教导。

[0031] 为了便于描述,在本公开中可以使用例如“内”、“外”、“下面”、“下方”、“下”、“上面”和“上”等这样的与空间有关的术语来描述附图中所示的一个元件或特征与另一元件或特征的关系。空间有关的术语可以旨在涵盖在使用中或操作中的设备除附图所示的定向以外的不同定向。例如,如果附图中的设备翻转,那么被描述为“位于其它元件或特征下方”或“位于其它元件或特征下面”的元件将被定向为“位于其它元件或特征上方”。因此示例术语“下面”可以包括上面和下面两个定向。设备可以以其他方式定向(旋转 90 度或其他定向),本发明中使用的与空间有关的描述词应相应的解释。

[0032] 图 1 提供用于从多个粮仓 12 中收集湿度数据的系统 10 的框图。农场或聚集区可

以包括多个粮仓 12, 多个粮仓 12 全部由单个主控制器 14 控制, 单个主控制器 14 包括微处理器 16、存储器 18 和显示器 20。本文描述的所有存储器, 包括存储器 18, 是非瞬态计算机可读存储器。主控制器 14 经由无线节点 22、24 与每个粮仓 12 通信。例如无线节点 22 可以是 802.15 模块, 并且每个无线节点 24 可以包括 PIC 18F2620 微处理器。

[0033] 每个粮仓的无线节点 24 提供主控制器 14 和包括微处理器 28 和存储器 30 的数据收集器 26 之间的输入和输出通信链路。对于每个粮仓 12 来说, 多个湿度线缆 32 与包括微处理器 28 和存储器 30 的数据收集器 26 通信。每个湿度线缆 32 包括多个传感器节点 34, 所述传感器节点 34 被沿着每条线缆 32 的长边按间隔放置。每个线缆 32 的每个传感器节点 34 并联电耦接到数据收集器 26。

[0034] 湿度线缆 32 分隔地遍及粮仓 12 的内部, 如图 2 所示。应当理解, 图 2 是为了促进理解而已经被简化的图示性表示。每条湿度线缆 32 通常以物理方式从粮仓 12 的屋顶结构悬吊并且由粮仓 12 的屋顶结构支撑。类似地, 与粮仓 12 关联的数据收集器 26 可以设置在储粮区上方, 因此粮仓 12 中的粮食实际上不对数据收集器 26 施加向下的力。例如, 数据收集器 26 可以在屋顶结构顶部附近被安装至粮仓 12 外部或粮仓 12 内部的屋顶结构。

[0035] 参考图 3 至图 7, 每条湿度线缆 32 包括接线线缆 36。接线线缆包括一对主体导电体 38 和 40。例如主体导电体 38 可以提供接地, 主体导电体 40 提供相反极性。主体导电体 38、40 沿着穿过这两个导电体的导电体平面 CP 彼此分隔开。在主体导电体 38、40 之间提供的空间内放置一对通信信号接线 122。导电体 38、40 和信号接线 122 通过电绝缘材料 42 彼此隔绝并且与外部环境隔绝。接线线缆 36 的总体截面形状通常是矩形, 以通过将每个主体导电体 38、40 放置在该矩形截面的短侧面 35 之一相邻来允许主体导电体 38、40 之间增大的距离或空间。

[0036] 传感器节点 34 还包括电路板 44, 电路板 44 靠着接线线缆 36 的矩形截面的长侧面 37 之一放置。电路板 44 通常是具有矩形形状的平面, 该矩形形状在与导电体平面 CP 平行的电路板平面 BP 中具有有效的长度尺寸和宽度尺寸。沿限定电路板 44 的长 L 的相对侧延伸的是一对相对的电容板 46、48。相对的电容板 46、48 同样沿接线线缆 36 的相应长度方向延伸, 与接线线缆 36 的矩形截面的每个短侧面 35 相邻。电路板 44 包括在其上安装的电路板组件 45, 如传感器节点微处理器和存储器。

[0037] 地面板 46 位于主接地导电体 38 的相应长边附近, 并且相反极性的板 48 位于相反极性的主导导电体 40 的相应长边附近。可以与导电体平面 CP 和电路板平面 BP 大体垂直地放置相对的电容板 46、48。每个电容板 46、48 可以仅在平面外沿附近的主体导电体 38 或 40 的内边缘延伸且垂直于导电体平面 CP 和电路板平面 BP 延伸。

[0038] 经由主导导电体 38、40 向电路板 44 供电。经由信号接线 122 来提供到每个传感器节点的通信和来自每个传感器节点的通信。移除电绝缘材料 42 的一部分, 以使信号接线 122 和主体导电体 38、40 能够经由加载弹簧的弹针电耦接至电路板 44。可以使用热、机械磨损或别的技术移除电绝缘材料 42, 以提供暴露主导导电体 38、40 的一对主空洞 52 和暴露第二导电体 122 的至少一个第二空洞 54。

[0039] 电路板 44、电容板 46 和 48 以及接线线缆 36 的相应部分全部封装在两部分外壳 50 内, 该两部分外壳提供密封的内部空间并且限定每个传感器节点 34。内部空间可以被充满泡沫或凝胶, 以保护电路板 44 和相关传感器组件不受震动、撞击和诸如湿度的环境污染

的影响。外壳 50 的半部可以使用螺纹紧固件耦接在一起。现在将介绍电路板 44 的细节。

[0040] 参考图 8, 显示了每个传感器节点 34 的电路板 44 的框图。每个传感器 34 使用微处理器 100, 其可以采用 PIC16F54 微处理器设备实现。微处理器 100 包括内部可寻址存储器 102。系统时钟器 104 可以通过使用合适的晶体以控制微处理器设备的时钟器速度来实现。对于例如 PIC16F54 这样的微处理器设备实施, 可以使用合适的 4 兆赫兹晶体。每个传感器节点 34 还包括电力供应和调节器电路 106, 其提供额定 5 伏的 DC 操作电压给湿度传感器的不同部件。电力供应和调节器电路 106 可以使用 LN78L05ACZ 电压调节器电路实现, 其使用 15 伏 DC 作为输入并且供应调节后的 5 伏 DC 输出。

[0041] 微处理器 100 收集表示湿度的数据和表示温度的数据。湿度数据通常通过电容探测板 108 产生, 其按比例随湿度改变电容量。电容探测板 108 与相对的电容板 46 和 48 相对应。通过检测电容的变化, 可以得到湿度数据。

[0042] 更特别地, 电容探测板 108 通过电操作开关 110 耦接到振荡电路 112。电容的变化引起振荡电路的振荡频率变化。微处理器 100 测量振荡频率并且由此收集表示湿度的数据。

[0043] 为了确保通过电容检测的湿度读数的准确性, 节点湿度和温度传感器包括参考电容器 114, 其可以通过操作开关 110 的操作耦接到振荡电路 112 (而不是电容探测板 108)。如所示的, 开关 110 通过微处理器 100 控制。因此微处理器 100 控制振荡电路 112 是否由电容探测板 108 或参考电容器 114 指示的频率振荡。

[0044] 温度数据通过粮食温度传感器 116 获得。温度传感器 116 通过模数转换器 118 耦接到微处理器 100。

[0045] 微处理器 100 从这些分别的传感器收集湿度和温度数据, 并且将收集到的数据值通过 RS-485 收发器 120 传送。更特别地, 由微处理器 100 收集到的数据值被存储到它的存储器 102 中然后当需要时其被经由传输 (TX) 线路传送到 RS-485 收发器 120。对传输这样的数据请求被从 RS-485 收发器 120 经由接收 (RX) 线路送至微处理器 100。RS-485 收发器 120 通过平衡的 (两根数据线) 线缆 122 通信, 线缆 122 包括数据输出 / 接收输入线 A 和数据输出 / 接收输入线 B。根据 RS-485 协议, 线 A 和 B 是彼此 180° 异相的, 从而这样两根线拦截到的从同一噪音源来的噪音被有效抵消。

[0046] 现在参考图 9, 数据线 A 和 B 通过连接器或弹针 131 并联耦接到其他类似结构的湿度传感器的各数据线以形成分布式传感器多支路通信线, 其在粮仓内部署, 如以上所述。为了使得每个传感器分别被激活和轮询以收集数据, 每个传感器的微处理器 100 被编程为响应唯一的标识地址。当系统需要从特定传感器获得数据时, 信息从平衡的线缆 122 传出去并且通过 RS-485 收发器 120 到达微处理器 100, 所述微处理器 100 通过从湿度和温度传感器进行检测和通过 RS-485 收发器界面发送相同的反馈来随后响应于对数据的清秀。如以下将要论述的, 每个单独的传感器仅当需要从传感器得到读数时被激活。否则传感器为断电。连接器 133 用于为微处理器 100 编程, 使得提供软件的更新。

[0047] 线缆湿度和温度传感器系统的一个益处为每个传感器从粮仓内的不同位置收集湿度和温度数据, 并且每个传感器将其原始测量数据 (对于其在粮仓内的位置是唯一的) 提供给较高功能处理系统进行分析。通过将这么多数据收集到紧凑且经济的包中, 图 8 和 9 所示的湿度传感器电路利用了几个电路上的创新以帮助最小化尺寸、成本和能量消耗, 同

时提供了高的可靠性和准确性。

[0048] 通过如所述的探针连接的带有它的系统时钟器 104 和相关的 RS-485 收发器 120 的微处理器 100 被示出。注意电力供应和调节器电路 106 包括 5 伏总线 124, 其供应调整后的 5 伏到几个电路部件, 例如处于它的 5 伏电力供应针 126 处的微处理器 100。类似的 5 伏电力供应针 128 向 RS-485 收发器 120 提供调整后的 5 伏 DC。其他 5 伏供应连接器也在图 8 中示出, 但是在这里不做进一步描述。

[0049] 电力供应和调节器电路 106 通过它的 15 伏总线 130 被提供有 15 伏 DC。总线 130 在电力供应的未调整侧, 其通过连接器或弹针 131 提供 15 伏 DC 电压。注意 15 伏未调整的供应电压也从电路内的其他位置被馈送, 例如温度传感器 116 的 15 伏电力供应针 132。

[0050] 为了节约能源, 当特定的传感器没有被轮询时, 15 伏供应电压将在主控制器处被关断。当被关断时, 没有电压通过连接器或弹针 131 供应, 且如图 8 和 9 所示的整个电路被断电。当 15 伏被通过连接器 131 供应时, 整个电路开始通电。为了确保微处理器以可控的方式通电, 电路包括欠电压传感器 134。欠电压传感器响应 5 伏总线, 于 5 伏电力供应针 136 处感应, 并且一旦电压水平稳定在适当的 5 伏时向微处理器 100 发送重置信号。

[0051] 从图 8 的论述中可以看出, 振荡器 112 测量探测板 108 的电容值和参考电容器 114 的电容值。这些电容器可以为精密电容器, 例如 NPO 陶瓷电容器。在示例性实施例中, 振荡器电路 112 被使用一对施密特触发器电路 138 实现, 其在大约 300kHz 的额定频率振荡器; 确切的振荡器频率基于连接的电容值而变化。在这方面, 探测板 108 和参考电容器 114 (这种情况下为一对并联的电容器) 被通过微处理器控制开关 110 可替代的通过开关进入或离开振荡器电路 112。开关 110 被使用一对模拟双向开关实现, 所述一对模拟双向开关被通过从微处理器 100 提供到引线 140 的数据值控制。

[0052] 当微处理器 100 接收读取和提供数据的命令时, 通过从 RS-485 收发器 120 来的命令, 微处理器在参考电容器 114 被切换进入电路的情况下读取的振荡器电路频率, 且接着其改变切换设置以读取在探测板电容器 108 被切换进入的振荡器电路的情况下震荡频率。每一次数据请求时两个数据值被获得, 数据被通过 RS-485 收发器 120 传送。这种方式下, 湿度含量被测量 (基于使用电容探测板 108 获得的读数)。通过使用采用参考电容器 114 得到的读数, 任何电路漂移或其他由温度变化或部件老化造成的测量偏差被测量和补偿。通过两次获取两个读数, 湿度传感器在感应到的湿度含量上提供了准确性高和可靠的数据。

[0053] 在示例性实施例中, 振荡器电路 112 在大约 300kHz 的额定频率振荡。当可以使用具有足以在此周期率下直接计数震荡的高速性能的微处理器时, 这样的微处理器是昂贵的。因此, 示例性实施例使用了周期测量技术, 其利用了微处理器器件的实时时钟功能。为了测量振荡器频率, 微处理器 100 内的寄存器或存储器位置被编程为用从振荡器电路来的每个输入脉冲来增加其计数, 从零开始计数, 计至寄存器溢出为止。微处理器被编程以监视和记录该寄存器在预定时间间隔里的溢出的次数, 并且接着在测量时间间隔结束后还读出存在于寄存器内的数值。记录的溢出次数和在测量周期的结尾处存在的寄存器数值被接着共同地用于计算振荡器频率, 并且该数值被接着通过实施电容 - 湿度转换以转换为等价的湿度含量读数。

[0054] 温度测量通过温度传感器 116 获得, 其提供了模拟值, 模拟值被通过模数转换器 118 转变为数字值。尽管有预先包装的模数转换装置可以用于此功能, 但示例性实施例通过

采用比较器 142 实施模数转换来节省成本,所述比较器 142 被设计为将从温度传感器 116 的输出与电容器 144 上的向上提升的锯齿波电压进行比较。基本上,电容器 144 通过恒流源 146 供电,该恒流源由一对晶体管实现,其可以为精密晶体管。恒定电流源因此以控制的速度向电容器 144 供电,使得电容器 144 上的电压从零线性地向电力供应电压(正 5 伏)以锯齿波形式增加。通过操作电控开关 148,微处理器 100 周期性地将电容器 144 短路接地,由此重置电容器的电压为零,重新开始锯齿波。一旦短路被解除,电容器 144 上的电压以由恒定电流源 146 指示的恒定速度斜向上增加,使得电容器 144 两端的电压作为参考源,比较器 142 将其与温度传感器 116 的输出值进行比较。

[0055] 参考图 10,提供了从传感器节点 34 收集数据和传输数据到数据收集器 26 的主要循环。在框 200,数据收集器等待直到从主控制器 14 接收到从仓内得到传感器数据的请求。一旦接收到请求,接着在框 202 活动线缆的标识符被首先设定为最大值。例如,如果在粮仓内有 19 根线缆,接着活动线缆的标识符被设置到 19。在框 204,微处理器 28 开启电源到以与该线缆标识符相对应的活动线缆 32。在框 206 处微处理器 28 等待激活的线缆 32 上的传感器节点 34 初始化。

[0056] 在框 208,激活传感器节点标识符被设置为最大值。例如,如果在湿度线缆 32 上有 24 个传感器节点,则传感器节点标识符被设置为 24。在框 210,尝试请求计数被设置为 1,表示对传感器节点 34 的第一数据请求被轮询。在框 212 数据请求被发送至活动传感器节点。如果在框 214 在预定时间间隔内数据收集器 26 接收到数据,则在框 216 检查数据的奇偶性。

[0057] 如果在 214 处数据没有在预定时间间隔内被接收到,或数据的奇偶性不正确,则微处理器 28 的逻辑继续到框 218,以确定尝试请求计数是否大于与尝试的最大数相对应的预定值。如果不大于,接着在框 220 尝试请求计数增加 1,并且逻辑回到框 212 以发送另一数据请求到被轮询的传感器节点;即到对于被测量的粮仓内的活动的湿度线缆上的活动传感器节点。

[0058] 如果在 214 处数据被接收且在 216 处奇偶性是正确的,接着在框 222 通过数据收集器 26 和无线节点 11 和 24,数据被发送到主控制器 14 进行处理。在框 218 处,一旦微处理器 100 确定尝试请求数字超过预定最大值时,接着在框 234,温度、参考电容和探测湿度探测电容中的每一个的坏的数据错误值被提供给活动传感器节点,所述错误值在 222 处被发送到主控制器。

[0059] 在框 224 微处理器 28 确定是否有额外的传感器节点在从其尚未收集数据的活动线缆上。如果是这种情况,在框 226 接着活动的节点标识符被减去 1,并且逻辑回到框 210,为了新的活动传感器节点将尝试计数设置到 1。如果不是这种情况,接着在框 228 活动线缆被断电。

[0060] 在 230 处,确定在粮仓内是否有额外的从其尚未收集数据的湿度线缆。如果是这种情况,在框 232,活动线缆标识符数值减少 1,并且在框 204 与减少的线缆标识符相对应的线缆被通电,同时前面活动线缆被断电。如果不是这种情况,则在 200 处湿度线缆被断电且数据收集器 26 仅等待接收另一数据轮询请求的数据。

[0061] 参考图 11,提供了每个传感器节点微处理器 100 的主周期。当湿度线缆 32 被通电时,在框 250 微处理器 100 被设置为监听标头封包。如果在框 252 处确定没有检测到标

头封包,接着在 250 处微处理器继续监听标头封包。如果在框 252 检测到标头封包,在 254 处接收封包并且在 256 处确定是否标头封包为设置的数据请求位。如果不是,接着微处理器 100 转回到框 250 监听。如果是,接着在框 258 活动节点标识符被从标头封包提取。如果提取的节点标识符与 260 处的节点标识符匹配,接着在框 264 温度、参考电容数据和湿度电容数据被收集并且发送到数据收集器 26。

[0062] 从以上的图 10 和 11 的论述应该清楚,多个电容式湿度传感器节点 34 被提供于粮仓 12 内的多个湿度线缆 32 上。电力被提供于多个湿度线缆 32 中选定的一个,同时没有激活选定的湿度线缆 34 上的多个电容式湿度传感器节点 34。通电但是未活动的传感器节点 34 基本上没有提取电流。特别是鉴于一次仅对一个湿度线缆 32 通电,未活动传感器节点 34 没有产生有问题的热量,该热量会对收集的数据产生负面影响。

[0063] 选定的湿度线缆 32 上的多个电容式湿度传感器节点 34 中选定的一个被激活。电容湿度数据和温度数据从选定的湿度线缆 32 上的激活的传感器节点 34 获得。多个电容式湿度传感器节点 34 中选定的一个回到未活动状态。选定的湿度线缆 32 上的多个电容式湿度传感器节点 34 中的随后的一个被激活,直到选定线缆 32 上的每个传感器节点 34 均被分别激活过。通向多个湿度线缆 32 的选定的一个的电能被终止。电能被提供给多个湿度线缆 32 中的选定的下一个,直到多个湿度线缆 32 中的每一个均被分别通电过,且每个传感器节点 34 均被分别激活过和从中收集过数据。

[0064] 如以上所示的,从各传感器节点传送到主控制器 14 的数据为原始数据,其没有被处理为湿度含量数值。这样的一个是好处是不需要提供带有足够内存和处理电能的数据收集器 26 以将原始数据转换为湿度含量数值。另一个好处是数据收集器不需要具有关于存储在粮仓内的粮食类型的信息,所述信息将通常由于其他原因已经存储在主控制器中。

[0065] 主控制器 14 的存储器 18 的部分的数据结构图在图 12 中例示。从粮仓 12 的所有传感器节点 34 收集的原始数据可以被存储在主控制器存储器 18 内,如该数据结构图中所示。原始数据包括温度数据、参考电容数据、和湿度电容数据。因为从各传感器节点来的未处理的原始数据被拷贝到主控制器存储器 18 中,因此不需要在传感器节点 34 或数据收集器 26 内处理任何的此原始数据。需要处理原始数据的此存储器和处理电能仅需要存在于主控制器内;且不需要在传感器节点 34 或数据收集器 26 处进行复制。

[0066] 一种为系统提供需要将每个传感器处的原始数据转换为计算出的湿度含量的编程方式是使用测量到的电容和参考电容的比率相对于实际测量到的湿度含量绘出的曲线。温度因子例如为 $((T-80) \times 0.046)$,其中 T 为测量到的温度,可以被用于计算温度差异。可以推导公式以匹配曲线。对于不同粮食所述公式可以是不同的。一个示例性公式可以为:

$$[0067] \quad \text{湿度}\% = (A \times ((B - (C_m/C_r))^C) - ((T-80) \times 0.46))$$

[0068] 其中:

[0069] A、B 和 C 为对于各种粮食类型通过经验确定的常数;

[0070] C_r 为原始参考电容数据;

[0071] C_m 为原始测量的电容数据;和

[0072] T 为华氏温度。

[0073] 一旦公式用于推导各种粮食,接着它们可以在主控制器 14 内编程为用于将原始数据转换为计算的湿度数据。因此,计算的湿度含量值基于这三种原始数据通过主控制器

14 确定,所述三种原始数据可以存储于根据图 12 中例示的数据结构图的存储器 18 中。

[0074] 另一种选择是提供各种粮食类型的查找表格。例如,与 C_m/C_r 比率相比与初始湿度含量值相关的查找表格可以被编程到在主控制器 14 中。温度调整查找表格可以在主控制器存储器 18 内提供以基于温度数据调整初始确定的湿度含量值。

[0075] 各传感器节点在粮仓内的物理位置是重要的。因此,如图 12 所示,单独的数据结构图可以包括在粮仓 12 内传感器节点地址和不同传感器节点 34 的位置的物理坐标。当湿度线缆在粮仓内初始安装和设置时,该位置关系信息可以被输入到主控制器存储器 18 内。

[0076] 每个传感器节点的物理位置重要的一个原因是能够确定仓 12 内的粮食深度和粮食表面以下的传感器节点 34 的深度。如果在特定的传感器节点 34 周围不存在粮食,则系统 10 将针对湿度电容预定范围以外的任何数据记录非附近粮食值,如零。例如,传感器节点 34 的测量的电容与参考电容的比率小于 3% 可以表示传感器节点 34 附近没有粮食。结果,主控制器 14 可以基于这样的异常读数确定粮仓 12 内的粮食高度。例如,传感器节点 34 间隔开 4 英尺,系统 10 可以假定在湿度线缆 32 处的粮仓填充高度是返回非附近粮食值的最低传感器节点下方 2 英尺。

[0077] 该粮食填充高度信息可以用于确定想要的空气流动速度,其作为控制不同速度通风风扇的操作的方法中的一部分,该方法在由 Bloemendaal 等人于 2011 年 7 月 12 日提交的标题为“Bin Aeration System(仓通风系统)”的共有美国专利 No. 13/180,797 中描述,该专利的全部内容通过引用并入到本文中。

[0078] 该粮食高度信息还可以用于在对于每个传感器节点 34 确定的计算出的湿度含量施加粮食高度调整因子。在以上提供的示例性湿度计算方程中, $((T-80) \times 0.46)$ 为温度调整因子。紧实度调整因子可以类似的基于经验数据使用,其可以产生与图 13 中所示的曲线类似的曲线。例如,电容随压力变化的曲线可以被分为三个区域:第一高斜率区域,用于调整低深度传感器节点来的计算得到的湿度数据(图 13 中的区域 A);中斜率区域,用于调整从中等深度传感器节点来的计算得到的湿度数据(图 13 中区域 B);和低斜率区域,用于调整从深处的传感器节点来的计算得到的湿度数据(图 12 中区域 C)。编程使用这样的斜率公式进行紧实度调整的主控制器微处理器的可变换方案为在主控制器的存储器内提供查找表格,以通过微处理器基于针对每个传感器节点 34 计算出的粮食深度调整的湿度含量数值。

[0079] 每个传感器节点的物理位置重要的另一原因是能够用图表显示数据,这样高湿度含量粮食的区域或包可以被用户识别。图 14 提供了图表屏幕显示,其可以在主控制器 14 的显示器 20 上选择性的显示。在显示屏 20 的左边部分是显示了粮仓 12 内的湿度线缆 32 的径向或水平定位的示意性平面图表示。在该实施例中,6 个湿度线缆 32 存在于粮仓 12 内,被组织为内部 3 个线缆三角形结构和外部 3 个线缆三角形结构,其相对于内部三角形倒置。该平面图表示还包括位置或定向参考,其在此情况下是北的指示。

[0080] 用户可以选择单个线缆 32 以显示选定线缆 32 的传感器节点 34 的湿度数据。例如,每个框 60 可以为屏幕上的按钮,用户按下其可以选择对应的湿度线缆 32。可替代地或额外地,用户可以在键盘上输入与期望的湿度线缆 32 相应的数字以选择对应的湿度线缆 32 的计算出的湿度数据。在选择时,选择线缆框 60 可以设置为不同颜色的高亮。

[0081] 转到显示屏的右侧,提供带有移除的饼形部分的图形化的透视图 62,显示在显示

屏 20 左边部分显示的选定的线缆 32 的湿度计算数据值。湿度数据图还包括粮食 64 的上表面的显示,其是被从粮仓 12 内的所有湿度传感器节点 34 提供的数据推导得到的。图像图形化地以垂直取向显示湿度数据,其基本与传感器节点的垂直位置相对应。因此,粮食高度或粮食深度可以被在纵轴上绘出,并且计算出的湿度含量可以被在横轴上绘出。

[0082] 左边的线缆选择图像 56 和右边的图形化湿度数据图像 62 可以同时地出现了同一显示屏 20 上,如图 14 所示。可替代地,主控制器 14 可以允许用户在同一显示屏区域中在显示线缆选择图像 56 和图形化湿度数据图 62 之间顺序地切换。

[0083] 各传感器节点 34 的物理位置的重要性还在于为了允许直接对粮食的有问题区域或包进行校正操作。例如,有问题粮食可以选择性的从粮仓移除以进行干燥。能够便利的进行从粮仓选择性的移走一包粮食的一个示范性系统被公开于由 Niemeyer 等于 2010 年 6 月 30 日提交的标题为“Circular Bin Unload System and Method(环形仓卸载系统和方法)”的共有美国专利申请 No. 12/827,448 中,该专利申请的全部内容通过引用并入本文中。例如,取代顺序地打开底部上所有的储槽以移除所有的粮仓的是,仅打开位于有问题粮食区域或包下方的储槽,通过其粮食可以被移除。因此,有问题的粮食可以被从存储粮仓内选择性地移除。移除的粮食可以通过粮食干燥机进行处理并回到仓内。如果有问题区域或包的粮食位于粮仓底部附近时这可能是一种合适的过程。

[0084] 作为另一个示例,如果有问题区域或包的粮食位于粮仓顶部附近时,仅打开有问题粮食区域或包的下方的储槽。接着会移除足够的粮食以在有问题区域或包的粮食上的粮食表面形成低点。因此,形成了通过有问题粮食区域或包的低阻力空气流路,并且通风风扇和加热器可以被用于产生空气优选通过并且处理有问题区域或包的粮食。

[0085] 作为另一个示例,如果可以,粮仓可以使用风扇和加热器进行通风。如以上指出的,粮仓内的粮食表面可以被调整,以使得空气优先通过粮仓内发现的有问题粮食区域或包。例如,粮食可以使用上述确定的 Niemeyer 等的系统选择性地从粮仓移除,以提供通过有问题粮食包的缩短的气流。可替代地或额外地,粮食可以被使用不同速度的粮食撒布机选择性地被加入仓内,以同样地提供通过有问题粮食包的空气流路,其相对于没有通过有问题粮食包的空气流路来说是缩短的。一旦产生了缩短的空气流路使得空气优先通过有问题区域或包,通气风扇就可以被致动以使得空气通过粮仓直到湿度水平不再是问题为止。

[0086] 为了描述和说明的目的提供上面对实施例的描述。描述不旨在穷尽或限制本发明。特定实施例的单独元件或特征通常不局限于该特定实施例,即便未具体地示出或描述,也可在适用时互换并且可以在选择的实施例中使用。本发明还可以以多种方式变化。这样的变化不应被视为背离本公开,并且所有这样的修改旨在被包括在本公开的范围之内。

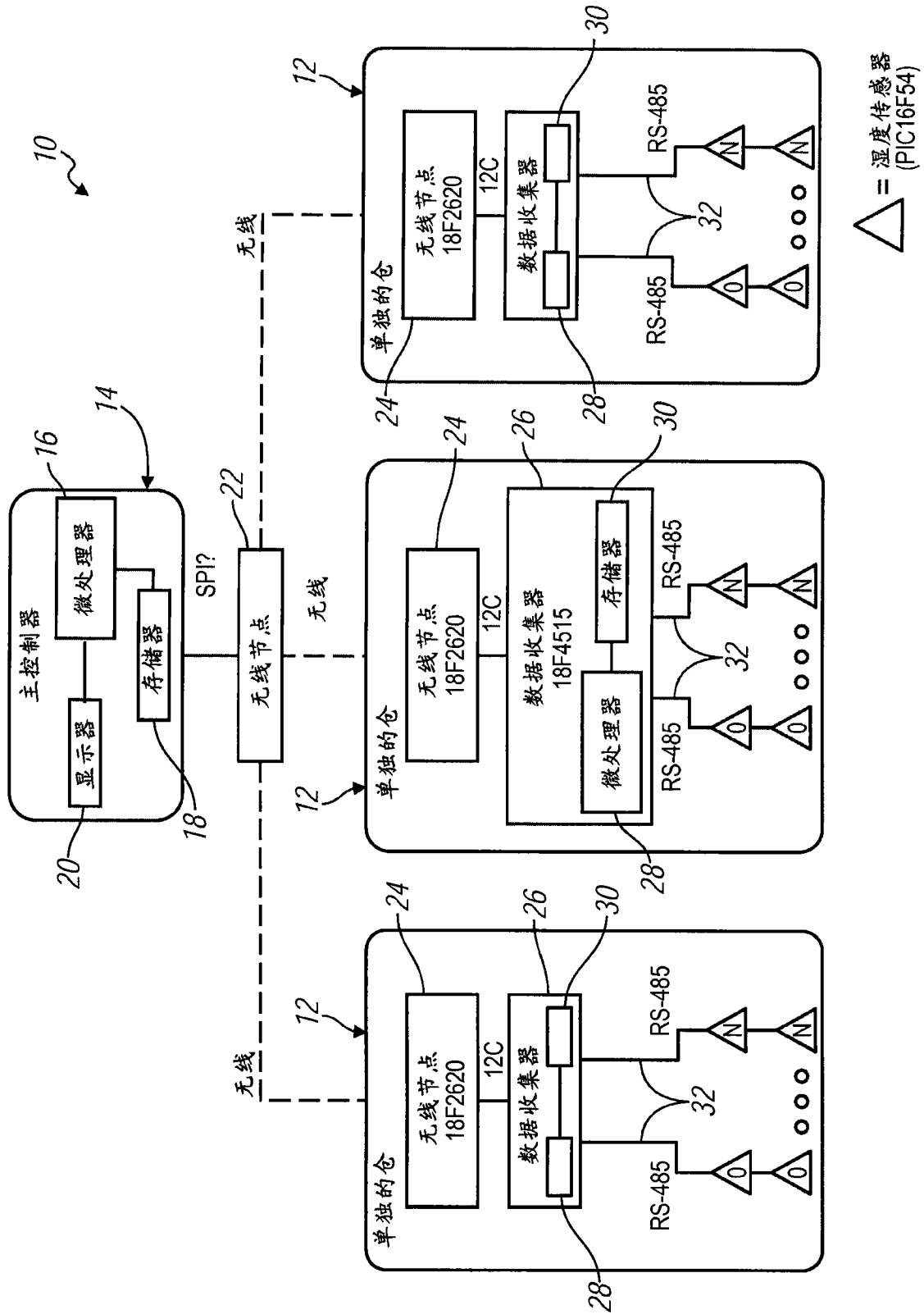


图 1

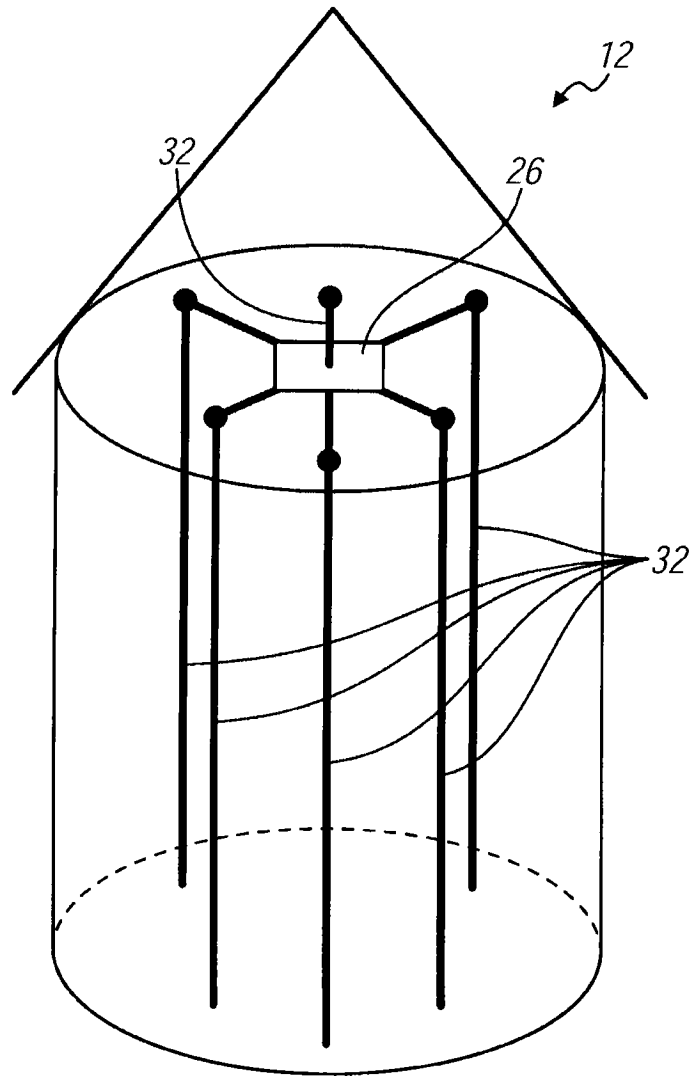


图 2

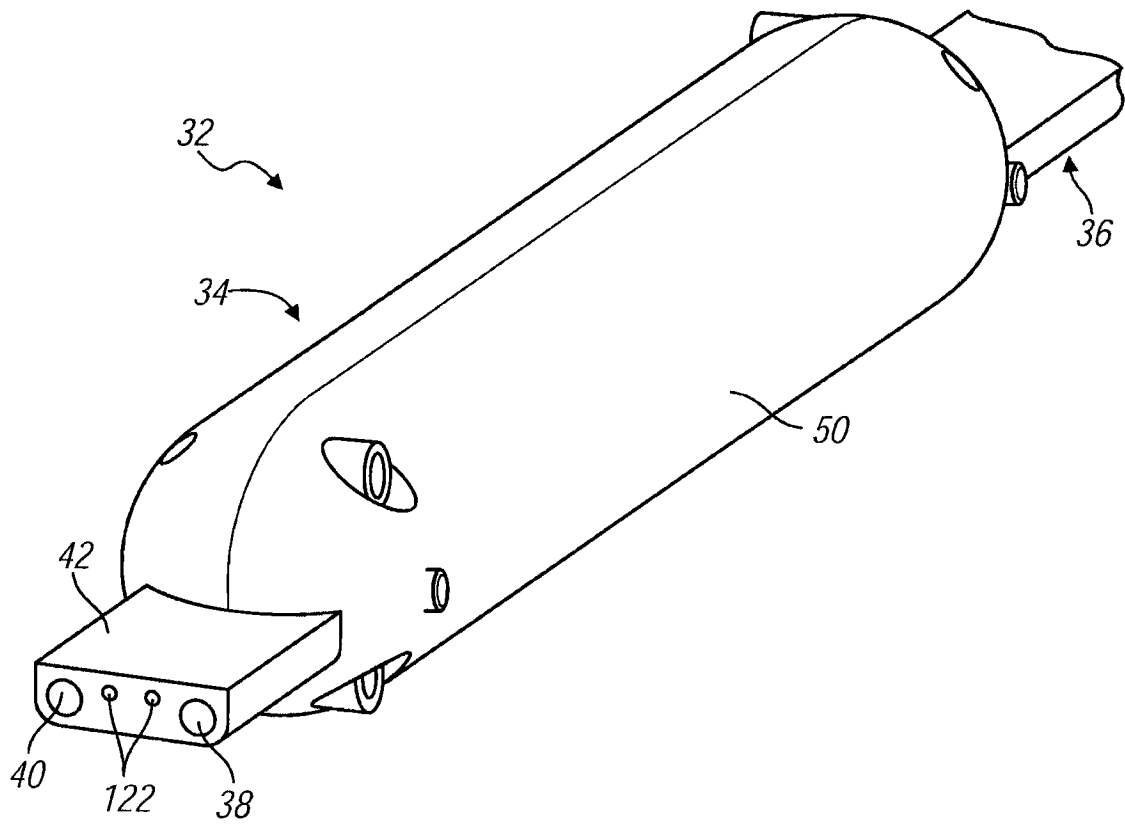


图 3

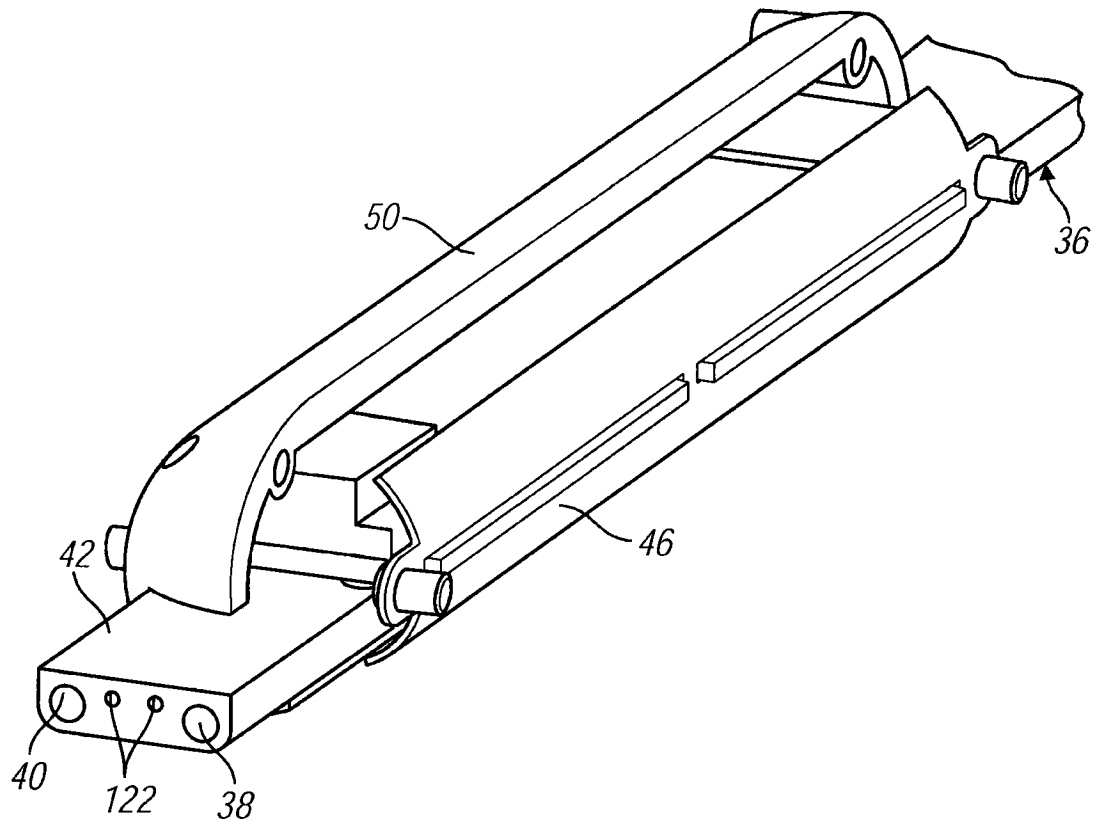


图 4

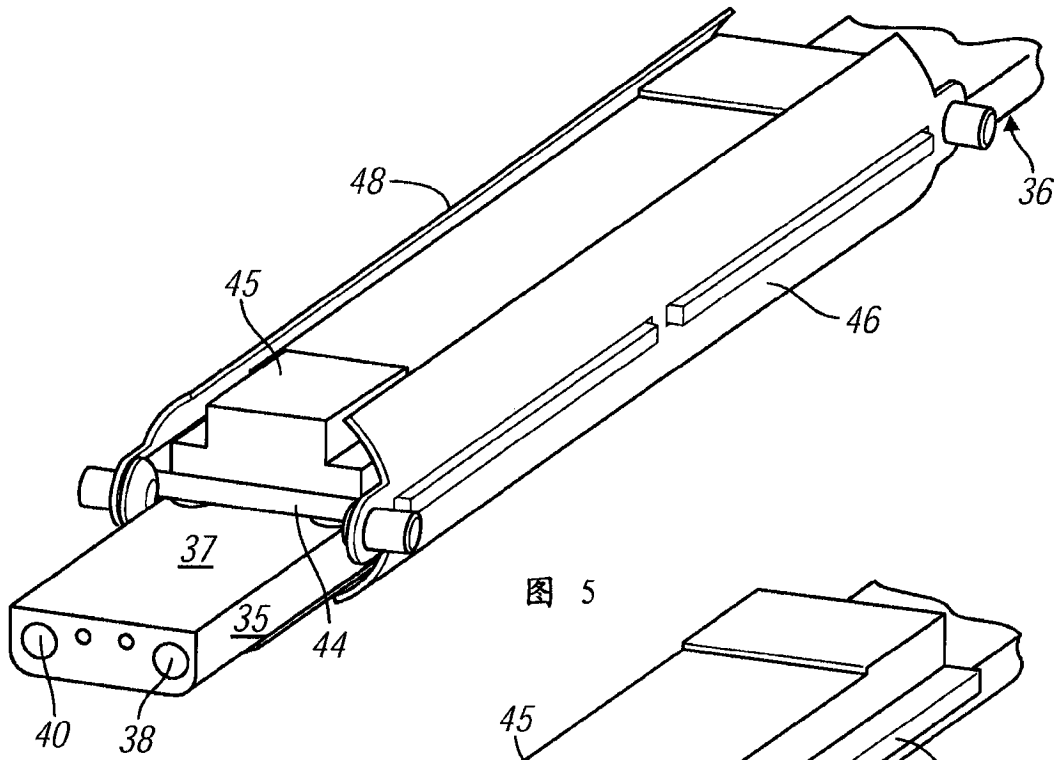


图 5

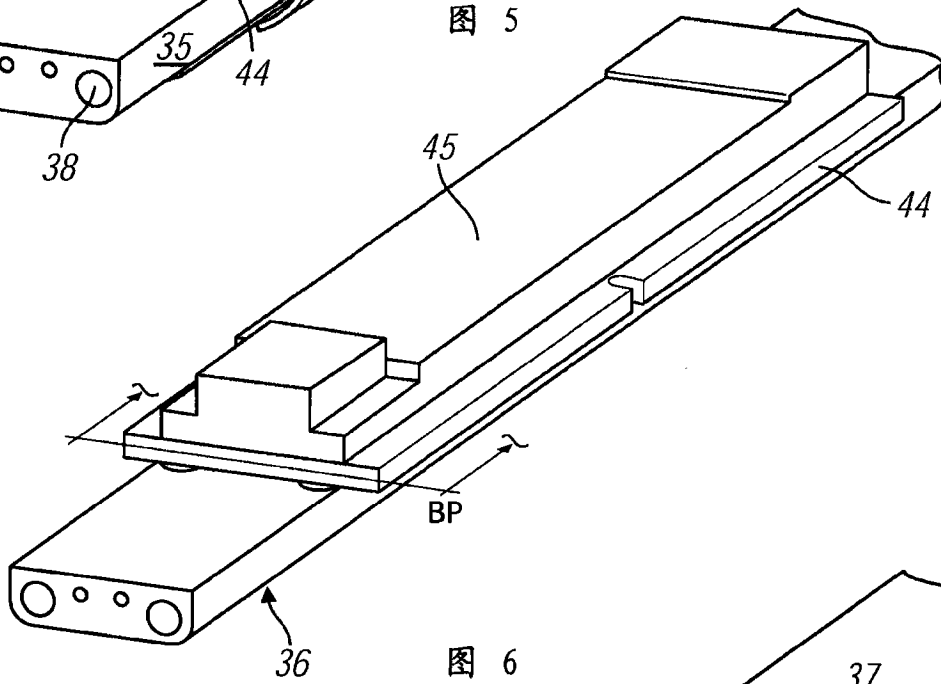


图 6

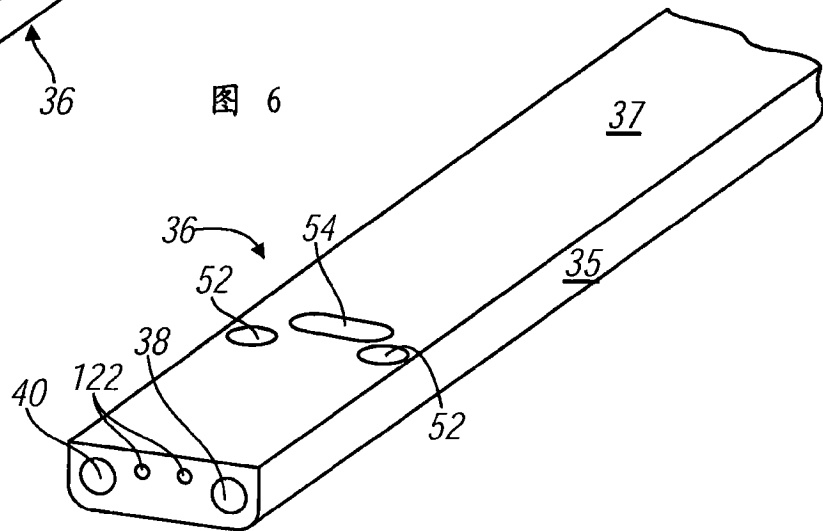


图 7

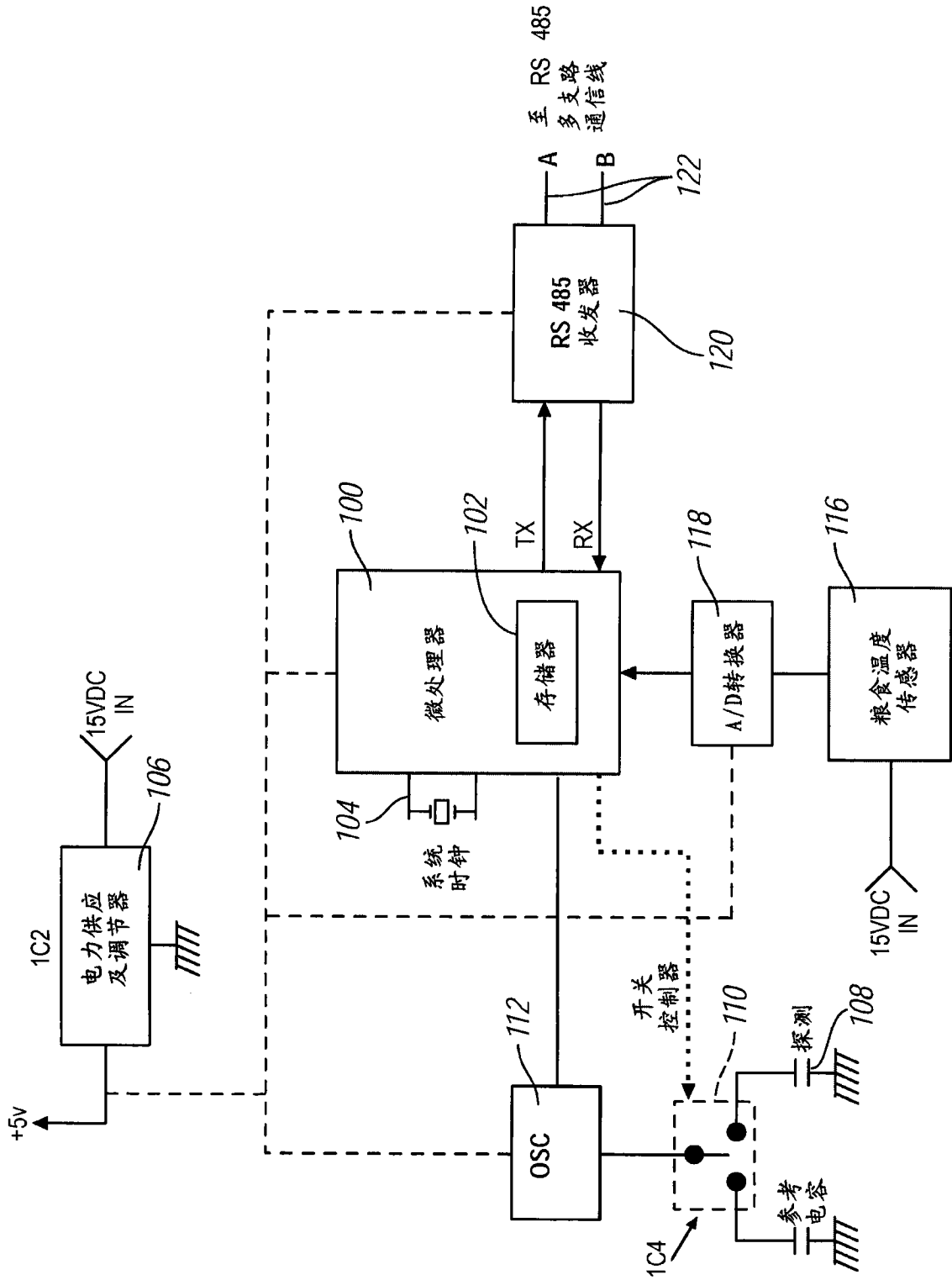


图 8

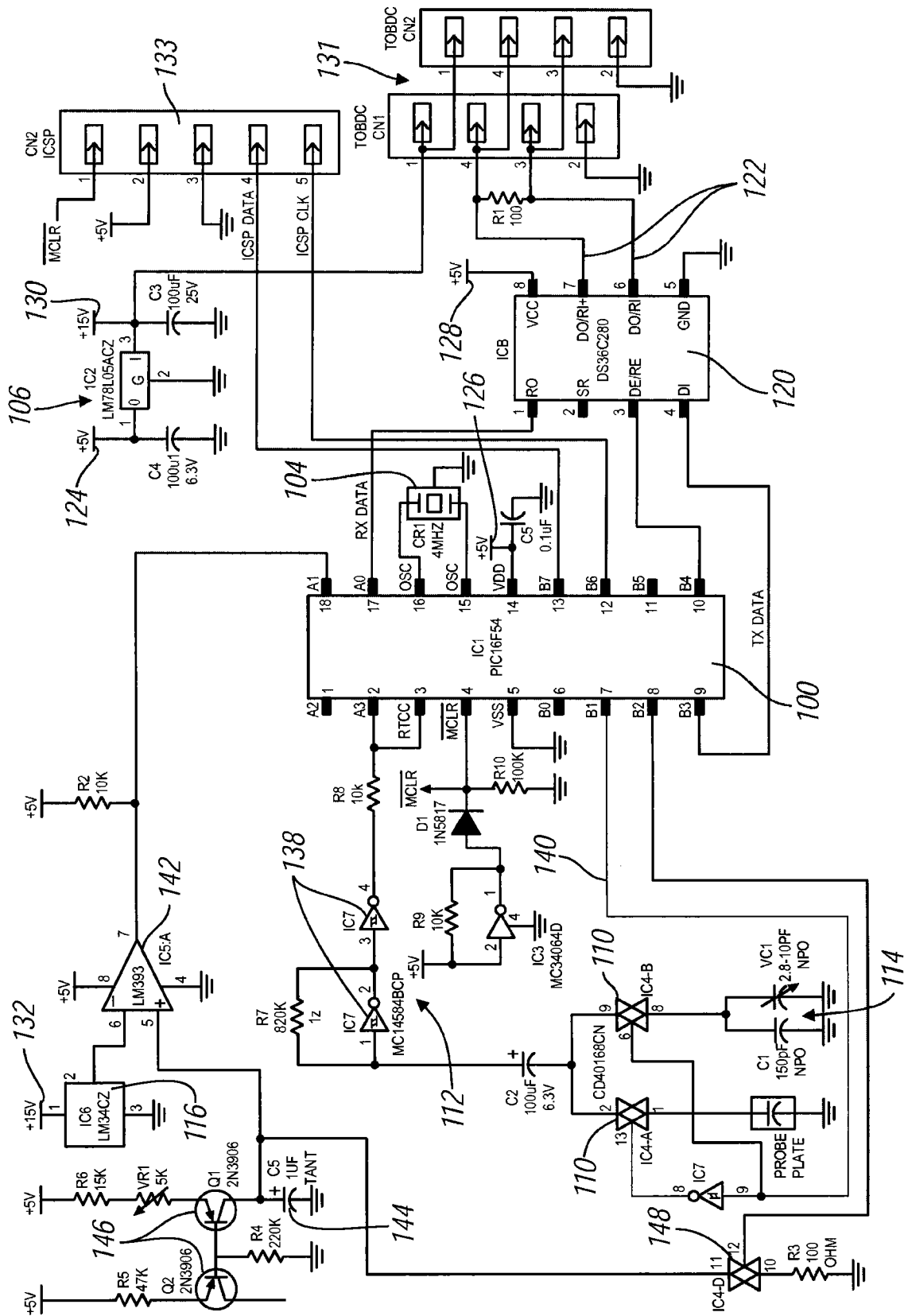


图 9

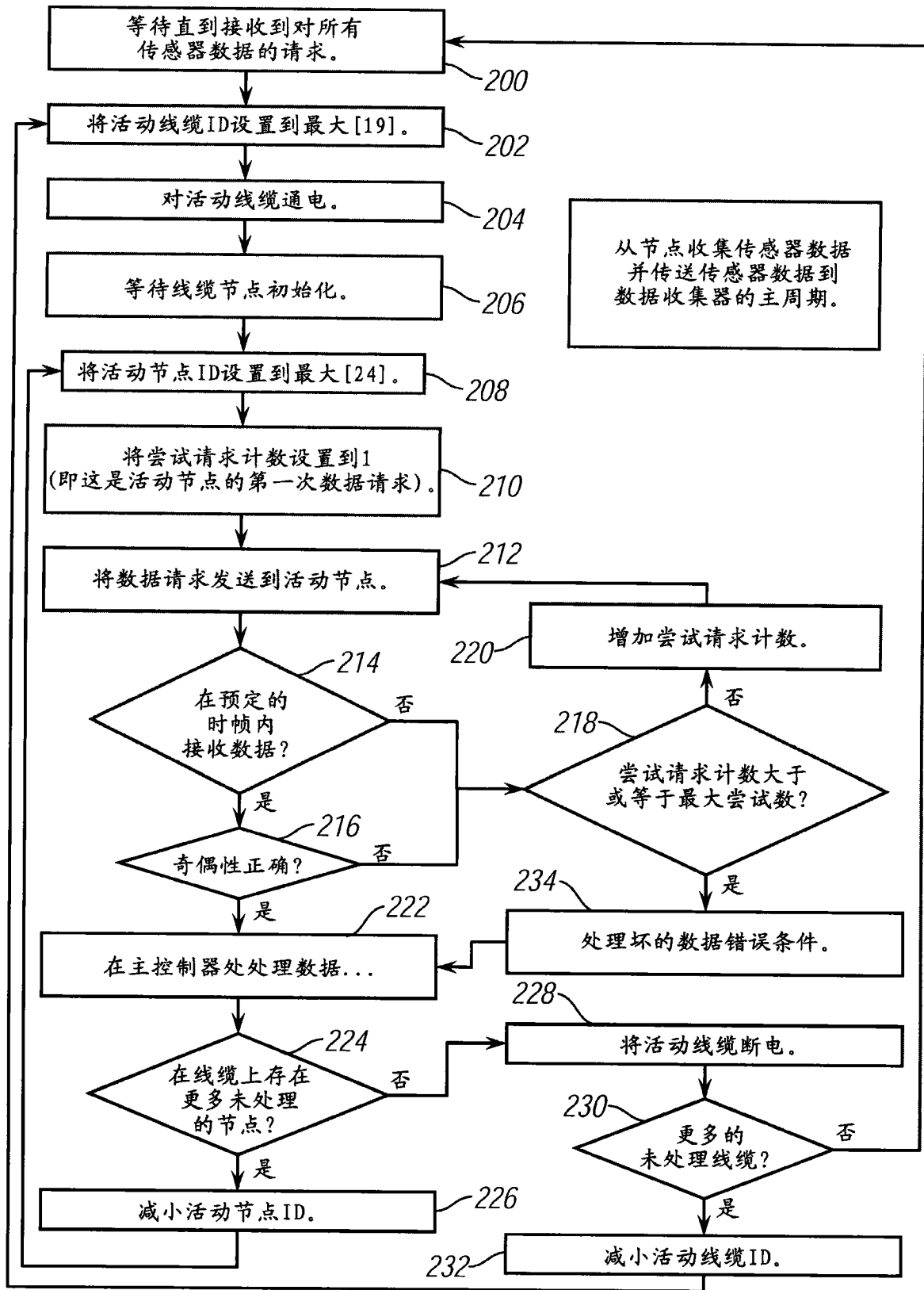


图 10

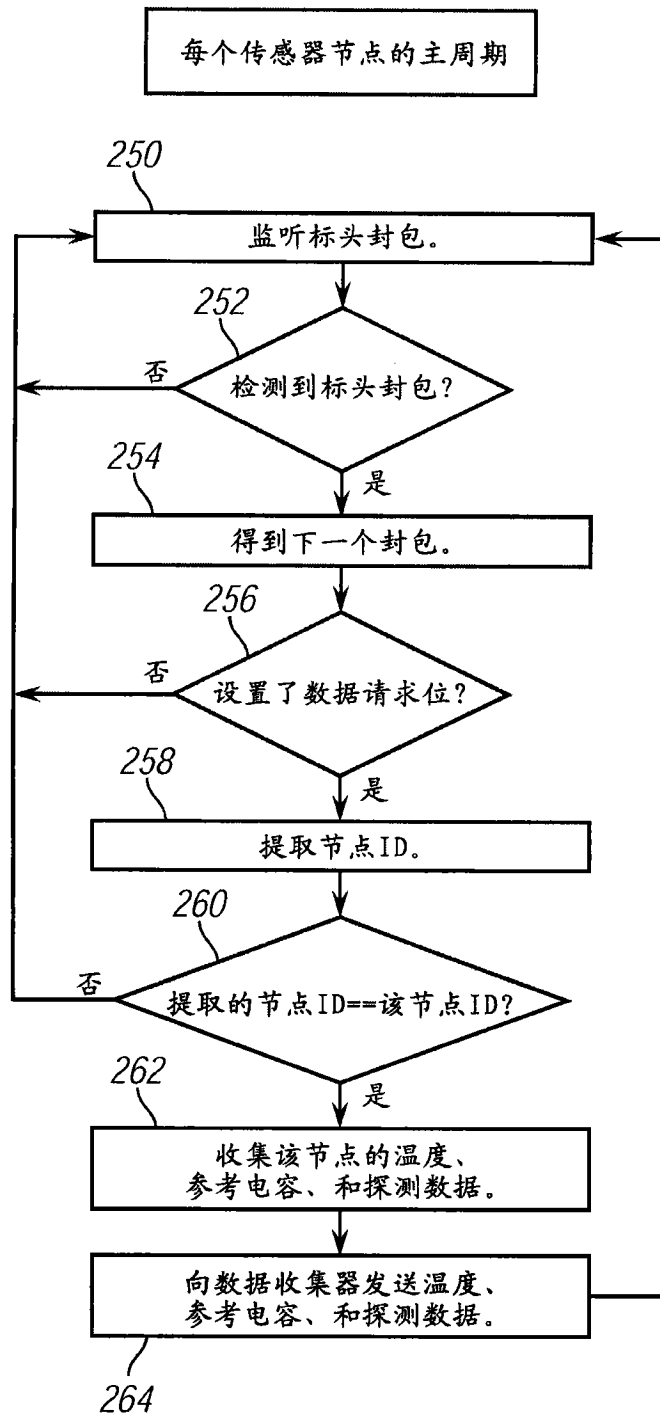


图 11

传感器节点地址		原始传感器数据			传感器节点位置数据			计算值	
线缆ID	传感器节点ID	温度	参考电容	湿度电容	X	Y	Z	湿度含量	粮食深度
1	1								
1	2								
1	3								
1	4								
1	:								
1	:								
1	X								
2	1								
2	2								
2	3								
2	4								
2	:								
2	:								
2	X								
:	:								
:	:								
X	1								
X	2								
X	3								
X	4								
X	:								
X	:								
X	X								

图 12

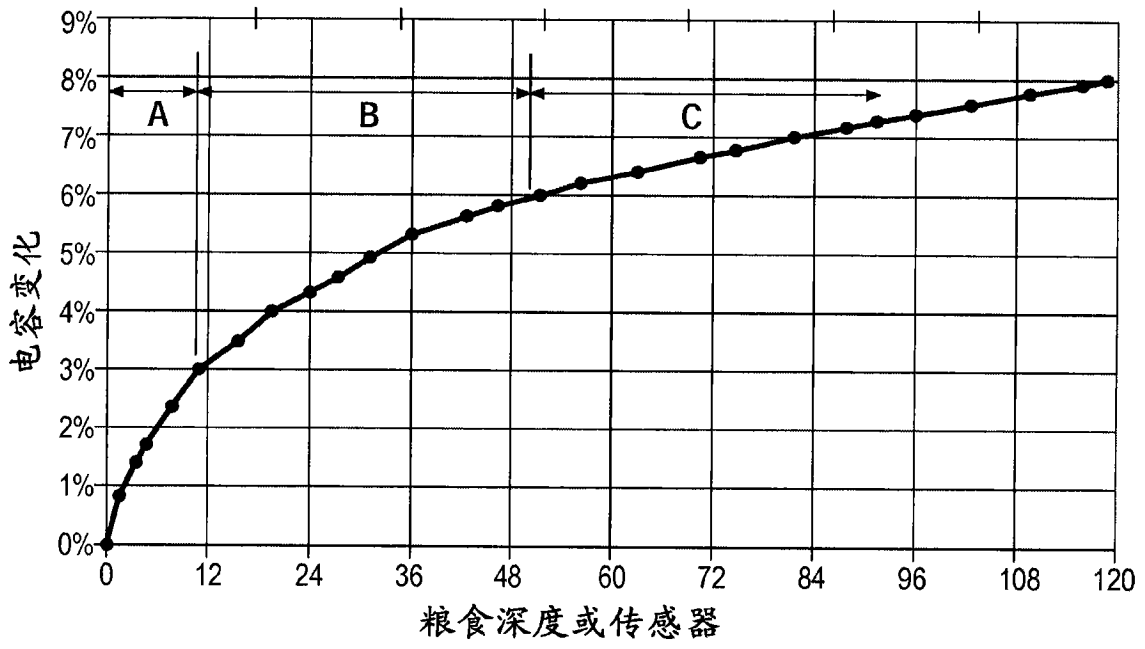


图 13

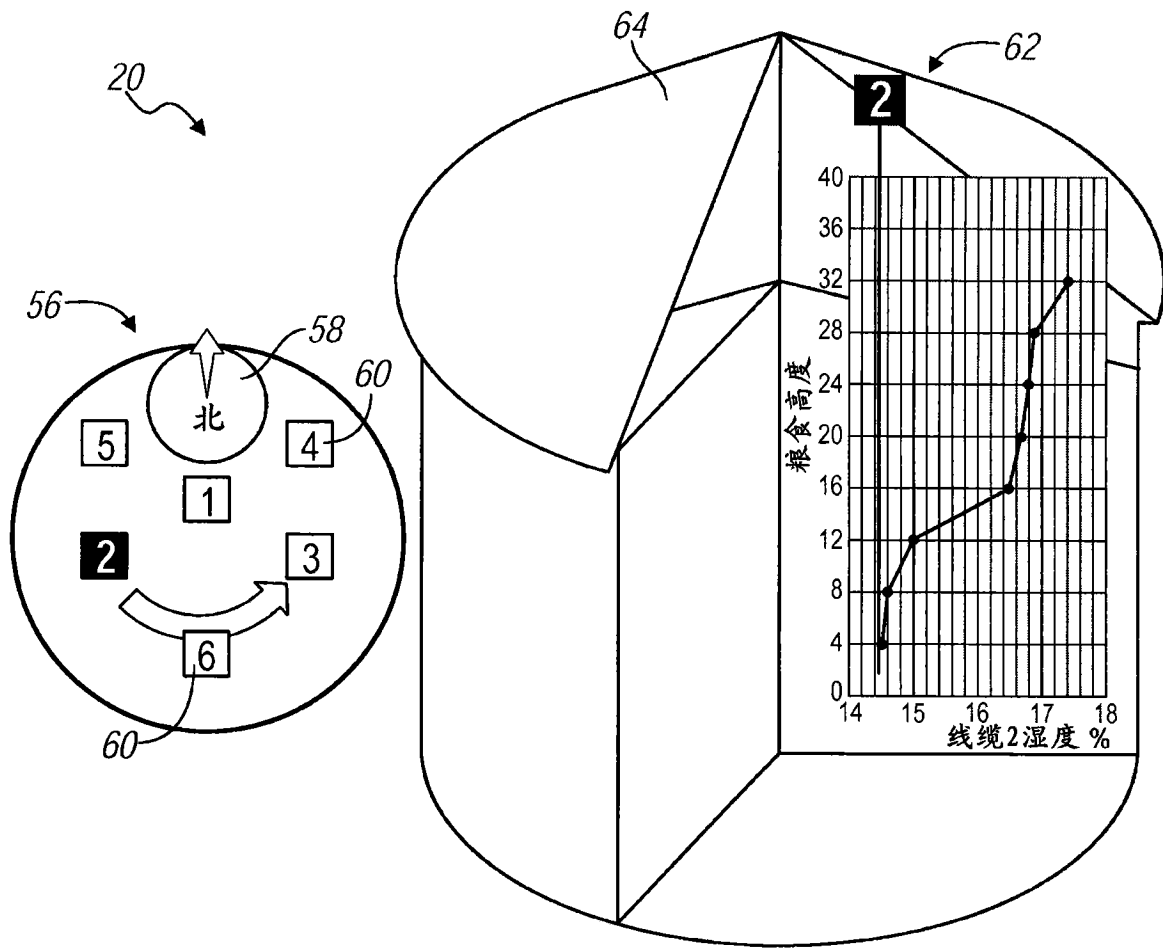


图 14